Dugesiana 20(2): 243-250
Fecha de publicación: 28 de diciembre de 2013

Diversidad de Entomofauna acuática en tres ríos de la Ecoregión Darién, Choco biogeográfico (Colombia)

Diversity of aquatic Entomofauna in three rivers from the Darién Ecoregion, Chocó (Colombia).

Eliana Contreras-Martínez
Instituto de Biología; Universidad de Antioquia; Medellín; Colombia. contreras.eliana5@gmail.com

RESUMEN

Existen pocos estudios sobre la diversidad de insectos de ríos y quebradas de las zonas costeras, particularmente dentro del Chocó Biogeográfico. En este estudio se realizó un inventario espacialmente explícito de los insectos de tres cuerpos de agua dulce en la Ecoregión Darién (localizada en el caribe colombiano). Para establecer los patrones espaciales de riqueza de insectos acuáticos, se muestrearon múltiples hábitats en siete estaciones ubicadas entre la parte plana y montañosa de tres corrientes de agua. Así mismo se midieron algunas variables fisicoquímicas del agua y se caracterizó cada estación de muestreo de acuerdo a la calidad de su cobertura ribereña y a la heterogeneidad de hábitats siguiendo los protocolos de evaluación rápida como el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) y el Índice de Hábitat Fluvial (IHF), respectivamente. Para describir el ensamblaje de macroinvertebrados se calcularon los índices de Diversidad de Shannon y Equidad de Pielou, similitud de Jaccard y se realizó un de Escalamiento Multidimensional no Paramétrico (NMDS); el número de grupos utilizado en las agrupaciones y el dendrograma se determino con el método de Partición k-Medias (k-Means Partitioning). Los patrones de agrupamiento fueron interpretados con base en las condiciones de la cobertura ribereña y variables fisicoquímicas. Se recolectaron e identificaron a nivel de familia un total de 3399 individuos, las familias de insectos más abundantes fueron Leptophlebiidae, Chironomidae e Hydropsychidae. Se encontraron diferencias entre las estaciones de muestreo donde los tramos Carolina Medio y Capurganá Alto presentaron mayores valores de riqueza con 31 y 30 familias respectivamente. La estación más diversa fue El Regalo tramo Medio y la menos diversa La Carolina tramo Alto, lo que las separó de las demás estaciones en el análisis de similitud. El patrón de agrupamiento encontrado podría responder parcialmente a similitudes en la cobertura ribereña, la heterogeneidad de los hábitats y las características particulares que proporcionan estos parámetros, dado que tienen un efecto indirecto sobre otras variables como la temperatura que tiene una fuerte influencia sobre la presencia y/o establecimiento o no de la entomofauna. Se relacionó el efecto de la temperatura en función de la cobertura vegetal y del periodo de sequía que experimentaba la región en la época de muestreo.

Palabras clave: Insectos acuáticos, diversidad, conservación, cuerpos de agua costeros.

ABSTRACT

There are few studies on insect diversity from rivers and streams of coastal areas, particularly within the Chocó biogeographic area. In this study we conducted a spatially explicit inventory of insects from three freshwater bodies in the Darien Ecoregion (located in the Colombian Caribbean). To establish the aquatic insect spatial patterns of richness, multiple habitats were sampled at seven stations from three streams located between the flat and mountainous parts. Also some physicochemical parameters were measured and each sampling station was characterized according to the quality of riparian cover and habitat heterogeneity following rapid assessment protocols such as Quality Index of Riparian forest (QBR) and Fluvial Habitat Index (IHF), respectively. To describe the macroinvertebrate assemblage, Shannon Diversity and Pielou Equity indices, and Jaccard similarity were calculated and a non Parametric Multidimensional Scaling (NMDS) performed; the number of groups used in the clusters and the dendrogram were determined by the k -means partition method (k -Means Partitioning). Clustering patterns were interpreted based on the riparian cover condition and the physicochemical variables. A total of 3399 individuals were collected and identified to family level, most abundant insect families were Leptophlebiidae, Chironomidae and Hydropsychidae. Differences between sampling stations were found where Carolina Middle and High Capurganà sections had the higher richness values with 31 and 30 families respectively. The most diverse station was the medium reach El Regalo and less diverse was the high reach La Carolina, which separated from the other stations by the similarity analysis. The clustering pattern found could partially respond to similarities in riparian coverage, habitat heterogeneity and the particular characteristics provided by these parameters, since they have an indirect effect on other variables such as temperature which has a strong influence on the presence and / or establishment of the insect population. The effect of temperature was related to the function of vegetation cover and the drought period experienced by the region at the time of sampling.

Key words: Aquatic insects, diversity, conservation, coastal water bodies.

INTRODUCCIÓN

La riqueza de insectos acuáticos, en términos generales, varía a lo largo de gradientes geográficos y ambientales, lo cual tiene implicaciones importantes para la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas de agua dulce. Tal conocimiento no está aún bien desarrollado en muchas áreas geográficas, y es importante considerar en investigaciones futuras aspectos como estudios sobre los ecosistemas lóticos y lénticos para comprender los patrones de biodiversidad en general. Dado que los ecosistemas de agua dulce enfrentan una grave crisis, la implementación de redes representativas de áreas protegidas se beneficiaría de una mejor comprensión de los patrones de biodiversidad de insectos acuáticos (Heino 2009). La riqueza de insectos, la compleja red de interacciones

que establecen con otros organismos y su característica de rápida respuesta ante las perturbaciones del medio, hacen de este grupo uno de los mejores bioindicadores del estado y funcionamiento del ecosistema; sin los invertebrados, los ecosistemas serían incapaces de mantener sus procesos ecológicos (Sanchez *et al*. 2006).

El Darién colombiano forma parte de la región Biogeográfica del Chocó, la cual se caracteriza por su riqueza en flora y fauna debido a la influencia climática que rige las Selvas Húmedas Tropicales y Subtropicales (Rangel 2004, Olson & Dinerstein 2002). Debido a estas características, todo el territorio ha sido incluido en una zona de Reserva Forestal, creada por la Ley 2[a] de 1959, la cual forma parte de las siete grandes zonas para el desarrollo económico forestal y la protección de suelo, agua y vida silvestre. A pesar de ello, las actividades antrópicas y la falta de conciencia de cuidado y conservación amenazan con deteriorar los ecosistemas de agua dulce de Capurganá. Por esto urge realizar inventarios de la biota acuática para establecer medidas de manejo integrado y estrategias que minimicen el impacto de las actividades humanas, dando a conocer el alto valor ecológico de estas cuencas basado en el conocimiento y la caracterización de la diversidad de entomofauna lótica que las habitan (Abellán *et al.* 2005). Se hace importante reconocer que la biodiversidad está en mayor riesgo en los sistemas de agua dulce que en otros ecosistemas (Strayer & Dudgeon 2010). Por ejemplo, los ecosistemas de agua dulce han perdido una mayor proporción de sus especies y hábitats que los ecosistemas terrestres o los océanos, y se enfrentan a crecientes amenazas. Adicionalmente, nuevas especies de agua dulce se describen cada año, y solamente para América del Sur, unas 465 se han descrito en los últimos cinco años (Eschmeyer 2006 citado por Abell *et al.* 2008). La presencia de especies confinadas a rangos pequeños, también es inusualmente alta en estos ecosistemas y a pesar de esta combinación de riqueza extraordinaria, alto endemismo y amenaza excepcional, son pocos los esfuerzos de planificación de la conservación que se han centrado en los sistemas de agua dulce y sus especies dependientes (Revenga & Kura 2003 citado por Abell *et al.* 2008). Por tanto, los inventarios de especies son necesarios y valiosos para destacar las prioridades de investigación, proporcionar una visión global para comparar la diversidad taxonómica a nivel continental y para optimizar los esfuerzos de planificación de la conservación a pequeña y gran escala, con la mayor unidad de planificación de la cuenca hidrográfica o ecoregión (Abell *et al.* 2008). Ecoregiones dentro del Chocó Biogeográfico colombiano, presentan escasos estudios publicados acerca de quebradas y macroinvertebrados en general (Pino-Chalá *et al.* 2003, Asprilla *et al.* 2006, Torres *et al.* 2006, Salas *et al.* 2011) y solo uno para el río Capurganá (Mena-Moreno 2010), pero no ha sido publicado. Además, muy pocos estudios se han realizado en quebradas costeras e insulares, un ejemplo de estas últimas es la isla Gorgona, que fue de interés para Blanco *et al.* (2009), quienes reportaron que se han realizado un número importante de estudios en diversos ecosistemas de la Isla, aunque no han sido publicados. Dentro de este esfuerzo de investigación, Gómez-Aguirre *et al.* (2009) publicaron los patrones espaciales de los insectos acuáticos dentro de las quebradas de la Isla, donde se encontró presencia de todos los órdenes de insectos mostrando abundancia y dominancia sobre los gasterópodos y decápodos. Dada la carencia de información sobre la entomofauna lótica en la ecoregión Darién, el Chocó Biogeográfico es prioridad como objeto de estudio e investigación, más aún cuando se ha reconocido su alto valor de diversidad en múltiples grupos faunísticos y florísticos. Por esto, el objetivo de este estudio fue inventariar los insectos acuáticos encontrados en diferentes tramos de tres sistemas lóticos de Capurganá, con el propósito de proveer información específica sobre la diversidad, riqueza y equidad que presentan estas quebradas costeras; además que los datos obtenidos sirvan como referencia al momento de evaluar y entender la estructura del ensamblaje de otras cuencas hidrográficas de la Ecoregión Darién, Chocó Biogeográfico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en tres cuerpos de agua: río Capurganá, quebradas El Regalo y La Carolina ubicadas en el corregimiento de Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Costa Caribe de Colombia) (Fig. 1). En esta región de bosque húmedo tropical (zona de vida Bh-T según Holdridge 1996). La temperatura media es de 27°C y la precipitación media anual es aproximadamente de 3000 mm. La zona presenta dos épocas climáticas: baja precipitación, desde finales de diciembre hasta abril, y alta precipitación el resto del año (Chevillot *et al.* 1993).

Características del hábitat y muestreo de macroinvertebrados

En cada uno de los cuerpos de agua se seleccionaron a *priori* estaciones de muestreo de 50 m en los tramos Medio y Alto de las quebradas El Regalo y La Carolina, así como Alto, Medio y Desembocadura del río Capurganá, para un total de siete estaciones. El muestreo de macroinvertebrados se llevó a cabo durante los meses de Junio y Julio del año 2011; cada tramo (estación) se muestreó tres veces (cada diez o doce días), para un total de 21 muestras. La toma de muestras se realizó con red Surber (300 µm), removiendo el sustrato con remoción manual múltiple (Alba-Tercedor *et al.* 2005). El material recolectado se vació en bandejas para realizar *in situ* la separación y almacenamiento de los organismos en viales plásticos con alcohol al 70%. La identificación taxonómica se realizó en el laboratorio siguiendo los criterios de Domínguez y Fernández (2009). Para caracterizar los hábitats en cada punto de muestreo se registraron, *in situ,* los siguientes parámetros fisicoquímicos: concentración de oxígeno disuelto (mg/L O_2), temperatura del agua (°C), conductividad (µS/cm) y salinidad (PSU), en cada estación de muestreo y evento de muestreo mediante la sonda multiparamétrica digital YSI 85.

Para representar la vegetación ribereña y sus usos, se observaron aspectos como: grado de la cubierta de la zona de ribera, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial, que conforman el Índice de Calidad de la Ribera (QBR), descrito en Munné *et al.* (2003).

Para caracterizar la heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat, dando cuenta del grado de alteración del hábitat en comparación con zonas de referencia de muy buen estado ecológico se aplicó el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) según lo descrito en (Pardo *et al.* 2002) que incluye características como incrustación del sustrato, heterogeneidad en el tamaño del sustrato, frecuencia del rápido, regímenes de variabilidad de velocidad/profundidad, sombreado del canal, la heterogeneidad de elementos (raíces, madera, escombros de presas, entre otros), así como la puntuación final del IHF.

Análisis Estadísticos

Para describir el ensamblaje de insectos acuáticos, a partir de la información de las familias encontradas en cada estación de muestreo de cada corriente de agua, se calculó la riqueza, el índice de Diversidad de Shannon (base: logaritmo natural) y Equidad de Pielou. Para ordenar y agrupar los sitios de muestreo de acuerdo a sus similitudes (distancias) se utilizó un dendrograma de Similitud de Jaccard y un Escalamiento Multidimensional no métrico (NMDS: Non-metric Multidimensional scaling); para este último se utilizó el coeficiente de Bray-Curtis. El número de grupos óptimos para los análisis anteriores se determinó con el método k-Means Partitioning. Los índices, análisis y gráficos se obtuvieron con el paquete ("vegan") del software estadístico R (versión 2.14.1, available at http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html).

RESULTADOS

Los promedios de las variables fisicoquímicas para cada estación, en cada uno de los cuerpos de agua, se muestran en el cuadro 1. El promedio de concentración de oxígeno disuelto fue mayor en el río Capurganá Tramo Alto (7.8 mg/L) y la quebrada El Regalo Tramo Alto (7.2 mg/L) y fue menor en el río Capurganá Tramo Desembocadura (4.8 mg/L). Se encontró que los valores de conductividad fueron mayores en los Tramos Medio y Alto de la quebrada El Regalo y el Tramo Medio de la quebrada La Carolina, y los menores valores promedios en el río Capurganá Tramo Alto. La temperatura promedio del agua presentó mayores valores en río Capurganá para los Tramos Desembocadura y Medio con valores de 27.69 y 26.94 °C respectivamente (Cuadro 1). La salinidad se mostró constante en todos los puntos de muestreo con un valor de <0.1 ups, sugiriendo que no hay intrusiones salinas marinas o geotermales.

Composición Taxonómica

Se recolectaron e identificaron a nivel de familia un total de 3399 individuos, distribuidos así: río Capurganá (n=1778), Quebrada El Regalo (n=808) y en la Quebrada La Carolina (n=798), (Cuadro 2). Se encontraron 9 órdenes y 40 familias de insectos acuáticos; la figura 2 muestra los órdenes más abundantes: Ephemeroptera (n=1329) distribuidos en 4 familias con Leptophlebiidae (n=652) y Leptohyphidae (n=346) como las más abundantes, Trichoptera (n=993) distribuidos en 7 familias donde la más abundante fue Hydropsychidae (n=536) y Diptera (n=457) distribuidos en 7 familias, siendo Chironomidae la más abundante (n=303).

Estructura del ensamblaje

La riqueza de las familias, la Diversidad de Shannon y la Equidad de Pielou mostraron diferencias entre los tramos de los cuerpos de agua muestreados (Cuadro 3). Los tramos Carolina Medio y Capurganá Alto presentaron mayores valores de riqueza con 31 y 30 familias, respectivamente. La diversidad biológica de Shannon (H´), en general, presentó valores similares para todos los tramos de muestreo con un valor máximo de 2.61 en El Regalo tramo Medio, el menor valor lo presentó La Carolina Tramo Alto con 1.57. La equidad de Pielou en general presentó valores altos para todos los tramos de muestreo (J> 0.70), excepto en la quebrada La Carolina Tramo Alto (0.54).

Patrones de agrupación y Similitud

Con el método de agrupación K-means Partitioning se determinó que cuatro grupos fue el número óptimo a asignar en las agrupaciones de los análisis de similitud (Índice de Jaccard y NMDS) (Fig. 3). Una vez determinadas el número de agrupaciones se realizaron los análisis Índice de Jaccard, con el que se construyó un dendrograma (agrupaciones señaladas con cuadros de contorno rojo, Fig. 4), y el Escalamiento Multidimensional (NMDS) para determinar cómo los sitios de muestreo se distribuían en estos cuatro grupos de acuerdo a su similitud. En ambos procedimientos de agrupamiento se encontró que los grupos estaban conformados de la siguiente manera: Grupo 1: Capurganá Alto, Capurganá Medio y Carolina Medio; Grupo 2: El Regalo Alto y El regalo Medio; Grupo 3: Carolina Alto y Grupo 4: Capurganá Bajo (Figs. 4 y 5). Los resultados del índice de similitud de Jaccard muestran la mayor similitud entre los tramos Regalo Alto y Regalo Medio y la menor similitud se dio en el tramo la Carolina Alto respecto a los demás sitios de muestreo, dejándolo aislado en las agrupaciones (Cuadro 4, Fig. 3).

Caracterización del hábitat

El criterio de calificación para el índice QBR consiste en que valores altos en la puntuación total y en la puntuación de sus bloques, para un sitio dado, indicará que el estado de su sistema de rivera estará más conservado. En este estudio se observó que todos los sitios de muestreo tenían cobertura vegetal, pero en diferentes proporciones y grados de conservación; los tramos que mostraron una mejor calidad y estado de conservación del bosque de ribera fueron tramo Alto de la carolina con el puntaje más alto (130 puntos) de calificación y los tramos Capurganá Alto y El Regalo Alto con puntajes de 125 y 115 puntos respectivamente (Cuadro 5). El tramo que resulto estar más degradado con alteración fuerte y por tanto de mala calidad fue la desembocadura o tramo Bajo del río Capurganá. Por su parte el IHF se basa en que a un mayor puntaje obtenido en la evaluación mayor será la heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat. En este estudio se encontraron puntos de muestreo con baja, media y alta diversidad de hábitats. El punto de muestreo con una menor diversidad de hábitats fue el tramo Capurganá bajo (43 puntos), el puntaje más alto (75 puntos) fue registrado para Capurganá Alto y se encontró una diversidad de hábitats media

en El Regalo (Tramo: Alto y Medio) (Cuadro 5).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados encontrados para los tramos de los cuerpos de agua muestreados en el área de Capurganá son coherentes con algunos aspectos reportados por Mena-Moreno (2010), para el río Capurganá, quien encontró valores similares de riqueza y equidad. Sin embargo, a diferencia de este, en el presente estudio se encontraron 13 familias adicionales (Hemiptera: Gelastocoridae, Belostomatidae; Coleoptera: Hydraenidae, Scirtidae; Diptera: Culicidae, Ceratopogonidae, Empididae, Dixidae; Trichoptera: Glossosomatidae, Hydroptilidae, Polycentropodidae, Calamoceratidae; Ephemeroptera: Caenidae), aunque menos abundantes.

Los ríos costeros de Capurganá comparten algunas características con las quebradas insulares del Chocó Biogeográfico. Entre ellas, se pueden mencionar algunos componentes a nivel geomorfológico, hidrológico, fisicoquímico, y de diversidad biótica. Estos ríos tienden a tener cuencas hidrográficas pequeñas, a menudo alcanzando el océano siendo ríos de bajo a mediano orden; consecuentemente, no varían como un continuo desde ríos de cabeceras hasta ríos muy grandes en las planicies. Además, los cauces presentan gran heterogeneidad de condiciones geomorfológicas e hidráulicas debido a las altas pendientes y los movimientos de masa que constantemente aportan rocas (Gupta 1988). Estudios en la isla Gorgona (Gómez-Aguirre *et al*. 2009), confirman estas característica compartidas, ya que reportaron resultados similares en cuanto a la entomofauna encontrada, a su riqueza, diversidad y equidad. Igual que en el presente estudio, Gómez-Aguirre y colaboradores (2009) reportaron que las familias de insectos más abundantes fueron Leptophlebiidae, Chironomidae e Hydropsychidae pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Diptera y Trichoptera, respectivamente. Además afirmaron que este patrón se ha informado, en general, para los conjuntos de pequeños cuerpos de agua tropicales (Jacobsen *et al.* 2008) y es similar a lo reportado por Boyero & Bailey (2001) para la isla Coiba en el Pacífico Panameño, indicando que las familias mencionadas (excepto Hydropsychidae, e incluyendo Psephenidae) fueron las más abundantes y comunes.

De acuerdo a los resultados en la estructura del ensamblaje podemos afirmar que hay diferencias en la riqueza y diversidad de los insectos acuáticos a la escala de tramo. Esto se puede atribuir a las características puntuales, como la heterogeneidad geomorfológica (hábitats), la cobertura vegetal ribereña y el período de sequía que estaba experimentando la zona. Una de las características más determinantes es la cobertura ribereña, pues ésta, en buena cantidad y estado de conservación, ayuda a que las condiciones fisicoquímicas sean adecuadas y provee heterogeneidad de hábitats para el establecimiento de la mayoría de grupos de insectos acuáticos. La presencia de cobertura ribereña es un componente primordial en algunos procesos ecológicos en los cuerpos de agua, determinado de esta manera la presencia y diversidad de insectos acuáticos (Richardson & Moore 2010). En los cuerpos de agua estudiados en este trabajo se pudo evidenciar diferentes grados de cobertura ribereña, de acuerdo al impacto antrópico por los usos de la tierra. Entonces es posible decir que una gran parte de la variabilidad de familias y número de individuos encontrados y variables fisicoquímicas medidas, en los tramos de muestreo se debe en gran parte a variaciones en cobertura ribereña y los efectos directos o indirectos que tiene ésta sobre las características fisicoquímicas del agua; así los tramos con mayor riqueza y diversidad fueron aquellos donde se registró una muy buena o buena cobertura vegetal. Estos aspectos han sido ampliamente estudiados y muestran que la deforestación es uno de los mayores problemas para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los ecosistemas (Torres 2005, Allan & Castillo 2007, Richardson & Moore 2010). Este proceso genera diversos mosaicos conformados por fragmentos remanentes de bosque de variados tamaños, formas, composición y con variaciones en cuanto a la diversidad de flora y fauna (Torres 2005). Entre las principales consecuencias que provoca la deforestación de los bosques ribereños tropicales se encuentra la pérdida de biodiversidad, reducción de la calidad del agua y la degradación de las cuencas hidrográficas en general. Sin la protección de la cubierta boscosa ribereña, y por el acelerado efecto del cambio climático, tanto el agua como los suelos están expuestos a los rigores del clima tropical, los que pueden ocasionar la rápida erosión del suelo y sedimentación de los cauces (Torres 2005, Allan & Castillo 2007, Richardson & Moore 2010).

Las diferencias en la cobertura ribereña en los sitios de muestreo pueden ser explicadas por su cercanía a los asentamientos humanos, donde se da mayor interacción con los pobladores y con actividades tales como la deforestación para siembra de pastos con fines ganaderos y el vertimiento de agua residuales; esto se registro de forma marcada en las partes bajas de las cuencas estudiadas. Los resultados en cuanto a la entomofauna encontrada coinciden con la fauna típica de otras quebradas de la ecoregión Chocó Biogeográfico y para el Neotrópico. La variación hallada entre las estaciones de muestreo podría estar asociada a la presencia de algunas familias de forma exclusiva en una estación de muestreo o a sus características puntuales como el estado de la cobertura ribereña y la heterogeneidad que describía cada hábitat.

AGRADECIMIENTOS

La ejecución de este trabajo fue posible gracias al apoyo de Juan F. Blanco para la concepción del estudio y edición del manuscrito. Juan Luis Parra asesoró algunos aspectos de los análisis estadísticos. Camilo Escobar Sierra colaboró en las labores de campo. Este trabajo fue financiado por el Instituto de Biología y el Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) de la Universidad de Antioquia, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacifico (IIAP) y la Asociación Nacional de Estudiantes de Ciencias Biológicas (ANECB). Finalmente, se agradece a todas las personas que cooperaron en la ejecución de las actividades de campo en Capurganá, sobre todo al Consejo Comunitario de Comunidades Negras de Capurganá, en especial al señor Emigdio Pertus presidente del consejo. Este trabajo fue apoyado por el grupo de investigación en Ecología Lótica: Islas, Costas y Estuarios (ELICE) de la Universidad de Antioquia.

BIBLIOGRAFIA

Abell, R., M.L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad et al. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience*, 58(5): 403-414.

Abellán, P., D. Sanchez-Fernandez, J. Velasco & Millán, A. 2005. Conservation of freshwater biodiversity: a comparison of different area selection methods. *Biodiversity and Conservation*, 14(14): 3457–3474.

Acosta, R., B. Ríos, M. Rieradevali i Sant y N. Prat Fornells. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1): 35-64.

Alba-Tercedor, J., I. Pardo, N. Prat y A. Pujante. 2005. Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente. España.

Allan, J.D. & M.M. Castillo. 2007. *Stream Ecology: Structure and function of running waters.* Second edition. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Asprilla, S., Z. Mosquera y M. Rivas. 2006. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad ecológica del agua en la parte media del río Cabí (Quibdó – Chocó). *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 18(18): 43-50.

Blanco J.F., A. Ramírez & F.N. Scatena. 2009. The streams of Gorgona Natural National Park within the global context: an introduction to the special issue. *Actualidades Biológicas*, 31(91):105-110.

Boyero L. & R.C. Bailey. 2001. Organization of macroinvertebrate communities at a hierarchy of spatial scales in a tropical stream. *Hydrobiologia*, 464: 219-225.

Chevillot P., A. Molina, L. Giraldo y C. Molina. 1993. Estudio geológico e hidrológico del Golfo de Urabá. *Boletín científico del Centro de investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas*: 79-89.

Domínguez, E. y H.R. Fernández (Eds.). 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología.* Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

Gómez-Aguirre, A., M. Longo-Sánchez & J.F. Blanco. 2009. Spatial patterns during two contrasting hydrologic periods. *Actualidades Biológicas*, 31(91): 161–178.

Gupta, A. 1988. *Large floods as geomorphic events in the humid tropics*. (pp. 301-315). In: V.R. Baker, R.C. Kochel & P.C. Patton (Eds.), Flood Geomorphology. Wiley, New York, New York, USA.

Heino, J. 2009. Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at large scales. *Freshwater Reviews*, 2: 1–29.

Holdridge, L. 1996. *Ecología basada en Zonas de Vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José, Costa Rica.

Jacobsen D., C. Cressa, J.M. Mathooko & D. Dudgeon. 2008. *Macroinvertebrates: Composition, life histories and production*. (pp. 66-106). In: Dudgeon, D. (Ed). Tropical stream ecology. Academic Press (Aquatic Ecology Series). London, England.

Mena-Moreno, N. 2010. *Estado Ecológico de un Sistema Fluvial Tropical Costero: río Capurganá (Darién Colombiano)*. Universidad de Antioquia, Sede Turbo, Colombia.

Munné, A., N. Prat, C. Solà, N. Bonada & M. Rieradevall. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13:147-164.

Olson, D.M., & E. Dinerstein. 2002. The Global 200 : Priority Ecoregions for Global Conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89: 199–224.

Pardo, I., M. Álvarez, J. Casas, J.L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor et al. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21: 115–133.

Pino-Chalá, W., D. Mena, M.L. Mosquera, K.P. Caicedo, J.A. Palacios, A.A. Castro y J.E. Guerrero. 2003. Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad del agua de la quebrada la bendición, municipio de Quibdó (Chocó, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 8(2): 23–30.

Rangel-Ch, J.O. 2004. Colombia Diversidad Biótica IV, el Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica. Instituto de Ciencias Naturales.

Richardson, J.S. & R.D. Moore. 2010. *Stream and riparian ecology*. (Chapter 13). In: R.G. Pike, T.E. Redding, R.D. Moore, R.D. Winkler & K.D. Bladon (eds). Compendium of Forest Hydrology and Geomorphology in British Columbia. B.C. Ministry of Forests and Range Research Branch, Victoria, B.C. and FORREX Forest Research Extension Partnership, Kamloops, B.C. Land Management Handbook (TBD). Disponible en: http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Lmh/Lmh66/Lmh66_ch13.pdf

Sánchez, D., P. Abellán, J. Velasco y A. Millán. 2006. La importancia de conservar lo pequeño. *Eubacteria*, 13–15.

Salas-Tovar, Y., S. Geovo y S. Asprilla. 2011. Caracterización de las comunidades perifíticas y de macroinvertebrados acuáticos presentes en el río Pacurita, corregimiento de Pacurita, Quibdó, Chocó, Colombia. Biodiversidad Neotropical. Disponible en: http://editorial.utch.edu.co/ojs/index.php/Bioneotropical/article/view/32. Fecha de acceso: 11/I/2013.

Strayer, D.L. & D. Dudgeon. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society,* 29(1): 344–358.

Torres, I. A. 2005. *Efecto del ancho de los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras*. M Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Torres, Y., G. Roldán, S. Asprilla y T.S. Rivas. 2006. Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de

las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el río Tutunendo, Chocó, Colombia. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 30(114): 67–76.

Recibido: 31 de enero 2013
Aceptado: 24 de junio 2013

Cuadro 1. Variables fisicoquímicas promedio para cada tramo de muestreo, en Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Colombia).

PARAMETRO	Capurganá Alto	Capurganá Medio	Capurganá Bajo	El Regalo Alto	El Regalo Medio	La Carolina Alto	La Carolina Medio
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.8±0.5	6.7±0.07	4.8±0.7	7.26±0.4	5.70±0.5	4.82±0.8	6.96±0.5
Conductividad (µS)	179.1±0.3	183.62±3.6	196.60±3.5	246.7±15	263.55±4.5	190.03±44	280.15±2.3
Temperatura del Agua (°C)	25.32±0.0	26.94±0.01	27.69±0.2	25.82±0.06	26.14±0.03	26.13±0.04	25.93±0.05

Cuadro 2. Abundancia de familias recolectadas de entomofauna acuática en las estaciones de muestreo en Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Colombia).

		RIO-TRAMO							
		Cap. Alto	Cap. Medio	Cap. Bajo	Reg. Alto	Reg. Medio	Caro. Alto	Caro. Medio	TOTAL
Hemiptera	Veliidae	9	4	5	0	9	3	3	33
	Gerridae	0	0	4	0	5	1	4	14
	Naucoridae	1	2	0	1	1	0	7	12
	Gelastocoridae	0	1	0	0	0	0	0	1
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	1	1
Coleoptera	Psephenidae	2	12	35	0	8	3	5	65
	Ptilodactylidae	10	9	1	5	2	0	1	28
	Elmidae Larva	15	1	1	50	13	1	0	81
	Elmidae	10	6	0	1	2	8	1	28
	Hydraenidae Adulto	3	0	0	4	0	0	0	7
	Scirtidae	4	0	0	4	8	4	7	27
	Staphylinidae Larva	3	0	0	3	1	0	0	7
	Staphylinidae Adulto	4	1	0	1	2	0	4	12
Diptera	Chironomidae	25	23	140	27	63	4	21	303
	Simuliidae	23	21	1	1	28	0	43	117
	Tipulidae	2	5	2	2	1	1	1	14
	Culicidae pupa	0	1	3	0	0	0	1	5
	Ceratopogonidae	1	0	0	0	0	0	3	4
	Empididae	0	0	0	2	8	0	1	11
	Dixidae	0	0	0	0	0	0	3	3
Megaloptera	Corydalidae	14	2	1	2	0	0	6	25
Plecoptera	Perlidae	41	1	0	51	7	2	4	106
Trichoptera	Glossosomatidae	0	2	14	0	2	0	0	18
	Hydropsychidae	193	108	33	41	41	8	112	536
	Leptoceridae	63	4	7	65	90	1	16	246
	Philopotamidae	7	89	0	3	28	1	60	188
	Hydroptilidae	0	0	1	0	0	0	0	1
	Polycentropodidae	0	1	0	0	0	0	0	1
	Calamoceratidae	1	0	0	2	0	0	0	3
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	141	82	42	55	46	102	184	652
	Leptohyphidae	74	125	41	20	25	4	57	346
	Baetidae	31	46	74	7	24	18	108	308
	Caenidae	0	0	21	0	2	0	0	23
Odonata	Libellulidae	0	0	0	1	0	0	3	4
	Megapodagrionidae	9	0	0	3	0	1	3	16
	Calopterygidae	4	0	0	4	8	0	5	21
	Coenagrionidae	7	4	5	16	13	1	21	67
	Gomphidae	23	0	0	0	0	0	0	23
	Platystictidae	3	4	0	0	1	2	3	13
Lepidoptera	Crambidae	0	0	29	0	0	0	0	29
TOTAL		723	554	460	371	438	165	688	3399

Cuadro 3. Estructura de la comunidad. Riqueza, Diversidad de Shannon y Equidad de Pielou para cada estación de muestreo, en Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Colombia).

	Capurganá Alto	Capurganá Medio	Capurganá Bajo	El Regalo Alto	El Regalo Medio	Carolina Alto	Carolina Medio
Riqueza	28	24	20	25	26	18	29
Diversidad de Shannon (H')	2.43	2.2	2.21	2.44	2.61	1.57	2.35
Equidad de Pielou	0.73	0.69	0.73	0.76	0.8	0.54	0.69

Cuadro 4. Valores de disimilaridad de Jaccard calculados para cada estación de muestreo, en Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Colombia).

	Capurganá Alto	Capurganá Medio	Capurganá Bajo	El Regalo Alto	El Regalo Medio	Carolina Alto
Capurganá Medio	0.54					
Capurganá Bajo	0.73	0.66				
El Regalo Alto	0.55	0.72	0.77			
El Regalo Medio	0.61	0.62	0.64	0.52		
Carolina Alto	0.70	0.74	0.78	0.79	0.78	
Carolina Medio	0.53	0.48	0.68	0.67	0.57	0.62

Cuadro 5. Caracterización de los tramos muestreados, su clasificación de acuerdo a la calidad de conservación de la ribera (Índice QBR) y según el Índice de Hábitat Fluvial (IHF). Los puntajes de los índices y su significados IHF se reportan según lo establecido para cada protocolo de evaluación (Acosta *et al*. 2009, Pardo *et al*. 2002).

SITIO	QBR		IHF	
	Puntuación	Significado	Puntuación	Significado
Capurganá Alto	125	Calidad muy buena. Estado Natural: Vegetación de ribera sin alteraciones	75	Alta diversidad de hábitats
Capurganá Medio	70	Calidad intermedia: Inicio de alteración importante	53	Diversidad de hábitats media
Capurganá Bajo	40	Mala Calidad: Alteración fuerte	43	Baja diversidad de hábitats
El Regalo Alto	115	Calidad muy buena. Estado Natural: Vegetación de ribera sin alteraciones	64	Diversidad de hábitats media
El Regalo Medio	95	Calidad Buena: Vegetación ligeramente perturbada	50	Diversidad de hábitats media
Carolina Alto	130	Calidad muy buena. Estado Natural: Vegetación de ribera sin alteraciones	58	Diversidad de hábitats media
Carolina Medio	85	Calidad Buena: Vegetación ligeramente perturbada	67	Diversidad de hábitats media

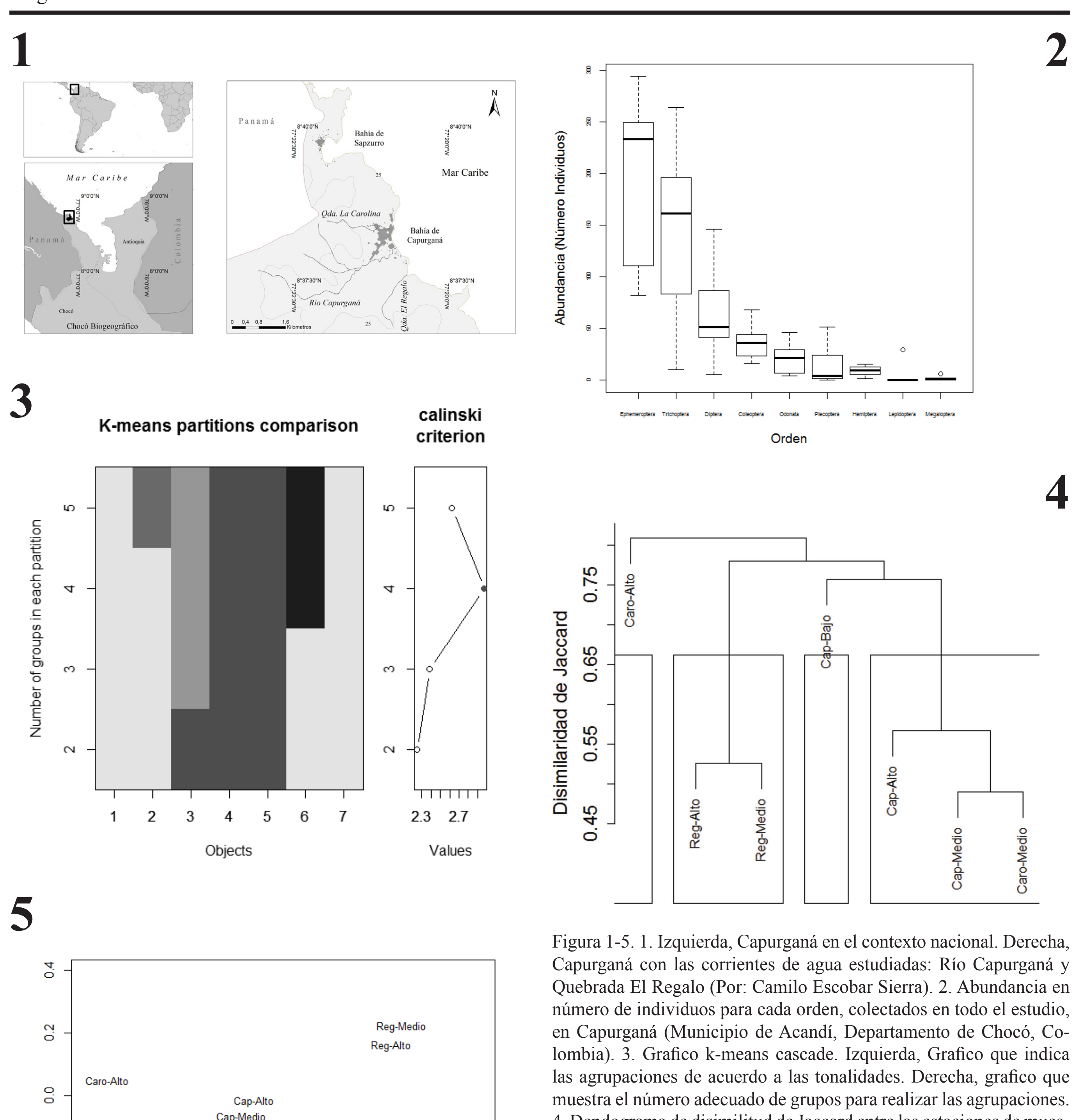


Figura 1-5. 1. Izquierda, Capurganá en el contexto nacional. Derecha, Capurganá con las corrientes de agua estudiadas: Río Capurganá y Quebrada El Regalo (Por: Camilo Escobar Sierra). 2. Abundancia en número de individuos para cada orden, colectados en todo el estudio, en Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Colombia). 3. Grafico k-means cascade. Izquierda, Grafico que indica las agrupaciones de acuerdo a las tonalidades. Derecha, grafico que muestra el número adecuado de grupos para realizar las agrupaciones. 4. Dendograma de disimilitud de Jaccard entre las estaciones de muestreo, en Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Colombia). 5. NMDS biplot de disimilitud de Bray-Curtis entre los sitios de muestreo, en Capurganá (Municipio de Acandí, Departamento de Chocó, Colombia).